

УДК 681:518.621

Р.Д. Іскович-Лотоцький¹, д-р техн.наук, проф., Н.Р. Веселовська¹, канд.техн.наук,
О.В. Зелінська²

1 – Вінницький національний технічний університет, 2 – Вінницький державний
аграрний університет, м.Вінниця, Україна

УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА НАДІЙНІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГНУЧКИХ ІНТЕГРОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

В статье рассматриваются вопросы управления эффективностью и надежностью технологических процессов в гибких интегрированных производственных системах.

Issues of managing efficiency and reliability of technological processes in the flexible integrated industrial systems are considered in article.

Вступ. Ефективність та надійність є основними характеристиками якості багатокоординатного механообробного обладнання гнучких інтегрованих виробничих систем, так само як і багатьох інших машин і технічних пристроїв.

Постановка задачі. Основними джерелами відмов багатокоординатного механообробного обладнання є власне верстат (його механіка і гідросистеми), електричні, електронні системи і система керування технологічними процесами. Для механічних вузлів в порівнянні з електричними і електронними пристроями характерне менше число відмов, але велика тривалість усунення їх наслідків.

При проектуванні верстата необхідно так розрахувати і сконструювати його основні вузли, щоб вони задовольняли встановленим вимогам надійності та ефективності, в першу чергу з погляду тривалого збереження показників точності.

Тривалість експлуатації багатокоординатного механообробного обладнання пов'язана як з їх моральним (поява ефективніших моделей), так і з фізичним зношуванням. Для сучасних верстатів середніх розмірів це звичайно 8-10 років експлуатації, для складніших і важчих верстатів - 15-20 років і вище. Конкретний термін служби до зняття з експлуатації для кожного верстата встановлюють на підставі оцінки його ефективності, яка безпосередньо пов'язана з надійністю, оскільки з часом зростають витрати на ремонт і технічне обслуговування верстата, а пов'язані з цим простой знижують позитивний ефект від його використання за призначенням.

Мета статті – дослідження методів управління ефективністю та надійністю технологічних процесів в гнучких інтегрованих виробничих системах.

Розробка моделей технологічних процесів в гнучких інтегрованих виробничих системах

При проектуванні, запуску і експлуатації систем звичайно виявляються основні недоліки існуючої системи технологічної підготовки виробництва - низькі темпи проектування, висока трудомісткість проектних робіт і недостатньо висока якість проектування - відсутність гарантій якості і надійності розробляються ТП, що приводить до великих втрат часу на стадії упровадження нових виробів або освоєння нових ТП у виробництві.

З організаційно-виробничої точки зору основною вимогою, що пред'являється до виробничої системи з боку систем вищого рівня (до ділянки як структурного елементу цеху, до цеху як структурного елементу заводу), є підтримка стабільного рівня вихідних характеристик (об'єму і ритму випуску, якості та вартості продукції), тобто забезпечення стійкості виробничого процесу за наявності різного роду зовнішніх і внутрішніх дій.

Актуальним напрямом в автоматизації технологічної підготовки проектного і реконструюється виробництва в даний час є розробка систем автоматизованого проектування технологічних процесів та систем.

Слід зазначити, що в даний час у області автоматизації технологічної підготовки виробництва розрізняються два основні методи побудови ТП механічної обробки : метод адресації; метод синтезу.

Метод адресації (метод групою технології) базується на ідеях типізації. Він полягає в наступному: на кожен деталь, що входить до групи геометрично і технологічно подібних деталей, проектується індивідуальний технологічний маршрут (ТМ). Потім один з них вибирається основним і до нього приєднується решта маршрутів шляхом включення в нього відсутніх операцій. Синтез конкретного ТП здійснюється шляхом виділення його з узагальненого маршруту по схемі: "деталь - клас деталей - узагальнений маршрут на клас деталей - індивідуальний ТП".

Метод синтезу з прототипом (аналогом) ґрунтується на повторному використуванні одиничного ТП виходячи з принципу технологічної подібності деталей, що виготовляються, і відповідних їм ТП. Схема реалізації цього методу наступна: "деталь - деталь-аналог - ТП на деталь-аналог - робітник ТП". Відмінність від методу адресації полягає у тому, що ТП на деталь-аналог може не містити всього складу елементів, необхідних для проектного ТП. Тому потрібне рішення задачі синтезу структури проектного ТП.

Досвід створення автоматизованих систем підготовки для верстатів з ЧПК показує, що в тих випадках, коли спеціалізований верстат призначений для виготовлення деталей, близьких за розмірами і маючих однакові конструктивно-технологічними ознаки в умовах середньосерійного і багатосерійного виробництва, то всім поставленим вимогам задовольняє операційна технологія, відпрацьована на типових деталях-представниках цієї групи. Якщо ж верстати (типу оброблювальний центр) достатньо універсальні і призначені для обробки заготовок широкої номенклатури деталей в умовах дрібносерійного і середньосерійного виробництва, то виділити обмежене число типових деталей-представників, що виготовляються за єдиною технологією, достатньо складно без розробки формалізованої системи проектування ТП.

В останні роки усе більшого розвитку набули автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСК ТП). На верхньому рівні АСКТП обов'язкова наявність людини-оператора, що здійснює контроль за перебігом технологічного процесу та вносить необхідні зміни у хід процесу в цілому й окремих підсистемах АСК ТП, наприклад при зміні характеристик сировини, при зносі технологічного

устаткування і т.д. Окремі підсистеми АСУ ТП можуть працювати як в автоматичному, так і в напівавтоматичному режимі [1-2].

Одним з найбільш досконалих видів автоматизованого виробництва є системи числового програмного керування (ЧПК) технологічним устаткуванням. Системи ЧПК одержали найбільше поширення в металообробній, приладобудівній і радіотехнічній промисловостях. У системах ЧПК управління робочим органом (різець, фреза, свердло і т.д.) здійснюється спеціальними командами, що надходять з виходу процесора, що керує технологічним процесом обробки виробів. Ці команди перетворюються в сигнали, що управляють робочим органом. Системи ЧПК ефективно використовуються при електроерозійній обробці матеріалів, автоматичному монтажі складної системи, виконанні інших, тривалих у часі технологічних операцій, пов'язаних з обробкою виробів з високим ступенем точності.

Тому задача управління ефективністю та надійністю ТП в ГІВС є актуальною.

Управління ефективністю та надійністю технологічних процесів в гнучких інтегрованих виробничих системах

Ефективність та надійність є основними характеристиками якості багатокоординатного механообробного обладнання гнучких інтегрованих виробничих систем, так само як і багатьох інших машин і технічних пристроїв.

Для верстатного устаткування особливе значення має забезпечення його технологічної надійності, яка безпосередньо пов'язана з якістю і, в першу чергу, з точністю продукції, що випускається. Відмови, що виникають при роботі верстатів, вельми різноманітні за своєю природою і наслідкам, але з фізичної точки зору і по характеру прояву їх можна об'єднати в наступні групи в залежності від технологічного процесу:

1. Раптові (миттєві) відмови.
2. Поступові.
3. Відмови релаксації.
4. Відмови, що настають унаслідок одночасної дії декількох незалежних або залежних (зв'язаних) причин.

За ступенем дії на верстат відмови можна розділити на функціональних і параметричних. Тому при проектуванні верстата необхідно так розрахувати і сконструювати його основні вузли, щоб вони задовольняли встановленим вимогам надійності, в першу чергу з погляду тривалого збереження показників точності. Останніми роками все більш виразно простежується тенденція виробників верстатного устаткування оснащувати свою продукцію системами керування (СК), які крім функцій, що чисто управляють, виконують різні інформаційно-діагностичні і контрольні функції. Це дозволяє найповніше характеризувати стан устаткування у будь-який момент, поліпшити його обслуговування і підвищити конкурентоспроможність.

Структурно система може бути представлена у вигляді чотирьох програмних модулів:

1. Перший модуль призначений для формування початкової інформації про поточний стан верстата і реалізується на базі його системи ЧПК.
2. Другий модуль служить для формування узагальненого зведення про стан верстатів ділянки або цеху і реалізований на базі ЕОМ.

3. Третій модуль передбачається при необхідності формування спеціальної інформації.
4. Четвертий модуль входить до складу СК підприємства.

Необхідно відзначити, що впровадження автоматизованих систем в практику роботи промислових підприємств дозволяє вивести і утримувати устаткування в стаціонарному режимі функціонування, тобто робить можливим гарантоване забезпечення необхідних показників надійності і ефективності його використання.

Для оцінки надійності та ефективності обладнання доцільно застосовувати показники, вказані в табл.1. Ресурс верстата пов'язаний з втратою верстатом точності (ресурс верстата по точності), або призначається T_p , або визначається при заданому значенні $P(t) = \gamma, \%$. Його значення коливаються в достатньо широких межах і залежать від конструкції і якості виготовлення верстата. Запас надійності спочатку встановлюють або визначають для нового верстат по вихідних параметрах точності; він показує, наскільки фактичні параметри, що визначають точність верстата, відрізняються від заданих граничних значень, при яких наступить відмова по точності.

Таблиця 1

Номенклатура показників для оцінки надійності

Показник	Позначення	Примітка
Вірогідність безвідмовної роботи	$P(t)$	При встановленому значенні $P(t) = \gamma, \%$ - тривалість роботи $t = T_\gamma$ - гамма-процентный ресурс
Ресурс (встановлений)	T_p	Визначається періодом праці до капітального (середнього) ремонту або призначається
Запас надійності по вихідному параметру	K_n	Оцінює потенційні можливості верстата по збереженню працездатності
Коефіцієнт технічного використання	$K_{вик}$	Допустимі значення $K_{вик}$ визначені нормативами системи ремонту і технічного обслуговування
Наробітки на відмову (середня)	T_0	Значення T_0 визначає параметр потоку відмов
Коефіцієнт готовності	K_z	Оцінюється на основі експлуатаційних даних

Високі показники економічної ефективності автоматизованого обладнання можуть бути досягнуті тільки при їх безперервній експлуатації. У зв'язку з цим облік чинника надійності та ефективності стає актуальним не тільки в технічному, але і в організаційному аспекті, оскільки більшість з наявних в цій області досліджень практично не містять робіт по вдосконаленню форм організації праці і корінного поліпшення обслуговування устаткування. Разом з тим встановлено, що реальні втрати від незадовільної організації обслуговування і недоліків оперативно-виробничого планування нерідко перевищують 10% фонду робочого часу устаткування. Тому і є актуальним розгляд можливостей зниження величини цих втрат в рамках системи оперативно-виробничого планування на основі обліку фактичного стану устаткування і оперативної оцінки якості на робіт, що проводяться по його обслуговуванню.

Забезпечення надійності функціонування і ефективності використання верстатів в значній мірі залежить від організації збору і аналізу інформації про причини і види їх відмов, що дозволяє розробляти заходи щодо забезпечення рівня відповідних показників, що задається. Проте якщо взяти до уваги той факт, що для отримання об'єктивної інформації необхідно досліджувати технологічний процес функціонування верстатів протягом деякого інтервалу часу і при цьому здійснювати збір даних по декількох верстатах одночасно, то актуальною стає автоматизація процедури їх реєстрації і подальшої обробки. Це дозволить понизити трудомісткість розрахунків, розширити номенклатуру аналізованих показників якості функціонування верстатів і підвищити оперативність їх отримання. Процедура автоматизації збору і обробки інформації про процес функціонування верстатів базується на максимальному використанні обчислювальної техніки, що працює в режимі безперервного очікування інформації, введення якої здійснюється від кожного з верстатів, тобто ЕОМ фактично є багатоканальною (у інформаційному аспекті) системою масового обслуговування багатокоординатного механообробного обладнання. Розроблений алгоритм використання цієї системи (рис.1) в режимі прийому інформації передбачає послідовне введення в ЕОМ номера обслуговуваного верстата, коду ситуації, що виникає в процесі його функціонування.



Рис.1. Алгоритм збору та обробки інформації щодо проведення управління

Таких ситуацій можна виділити вісім: робота за програмою управління (УП), простої за організаційно-технічних причин (ПОТП), переналадження, очікування ремонту або наладки, наладка, ремонт і технічне обслуговування), часу початку і закінчення ситуації, а

у разі відмови верстата – коду підсистеми, що відмовила: АПК – автоматичний пристрій керування; ППР – приводи головного руху, Ппр – поперечних і Ппд – подовжніх подач; СЗОР – система забезпечення змащувальні-охолоджуючою рідиною; ЗЗ – зміна заготовки і ЗІ інструменту; І – інструмент. Вся зареєстрована в процесі функціонування багатокоординатного механообробного обладнання інформація заноситься на зовнішній накопичувач, утворюючи статистичний банк даних. При обробці інформації проводиться формування структури фонду робочого часу верстата (рис. 2) і на цій основі здійснюється розрахунок показників його надійності та ефективності за період технологічного процесу: граничного усередненого коефіцієнта готовності, коефіцієнта готовності, встановленого на кожну оброблену партію заготовок, і коефіцієнта технічного використання.

П'ятикоординатний верстат, час дослідження – 6000 хвилин=100годин											
Розподіл фонду робочого часу верстату											
Робота по УП	Простої по ОТП	Переналагодження		Очікування		Налагодження		Ремонт		Технічне обслуговування	
		Кількість	Час	Наладка	Ремонт	Кількість	Час	Наладка	Ремонт	Кількість	Час
4492	460	3	144	0	132	3	68	4	164	3	330
Показники надійності	Основні функціональні підсистеми верстата										
	АПК	ПГР	Ппр	Ппд	СЗОР	ЗЗ	ЗІ		Інструмент		
Кількість відмов	0	1	0	0	1	1	0		1		
Час ремонту	0	68	0	0	16	40	0		20		
Коефіцієнт готовності	1,0	0,981	1,0	1,0	0,997	0,991	1,0		0,996		
Показники надійності											
1	Коефіцієнт готовності					0,965					
2	Коефіцієнт технічного використання					0,906					
3	Масив наробіток на відмови					1056	1238	1879	982		
4	Масив відновлювань робото здатного стану					150	189	72	20		

Рис.2. Приклад результатів обробки при визначеному технологічному процесі

Основні методи забезпечення ефективності та надійності

У розпорядженні фахівців, пов'язаних з проектуванням, виготовленням і експлуатацією верстатів завжди є широкий асортимент методів і засобів для забезпечення і підвищення надійності верстата і його елементів. Проте для скорочення витрат необхідно, по-перше, прагнути до забезпечення необхідного рівня надійності (а не взагалі до його підвищення) і, по-друге, проводити цілеспрямовані заходи щодо

забезпечення або поліпшення тих характеристик, які найбільшою мірою визначають надійність верстата [3-4]. Для цього використовують джерела інформації про надійність, починаючи з етапу проектування і кінчаючи даними про фактичну надійність експлуатованих верстатів (рис. 3).

При проектуванні вельми важливо забезпечити найбільшу достовірність розрахунку і прогнозування рівня надійності майбутнього верстата. За наявності дослідного зразка ці можливості розширюються, але отримати інформацію про надійність за короткий період часу можна тільки на основі спеціальних випробувань, наприклад програмних. Чим більше період експлуатації верстата, тим більший об'єм інформації про фактичний рівень надійності можна отримати, використовуючи статистичні методи аналізу виникаючих відмов і змісту ремонтних робіт.

Проте у міру накопичення інформації її цінність зменшується, оскільки вона застаріває, і важливіше оцінити рівень надійності новостворюваного зразка. Тому разом з використанням тих, що виправдали себе в експлуатації вузлів і елементів нові розробки повинні супроводжуватися розрахунком і прогнозуванням надійності, які дають можливість вказати найбільш раціональні шляхи і методи підвищення надійності верстата в цілому і оцінити ефективність заходів, що розробляються.

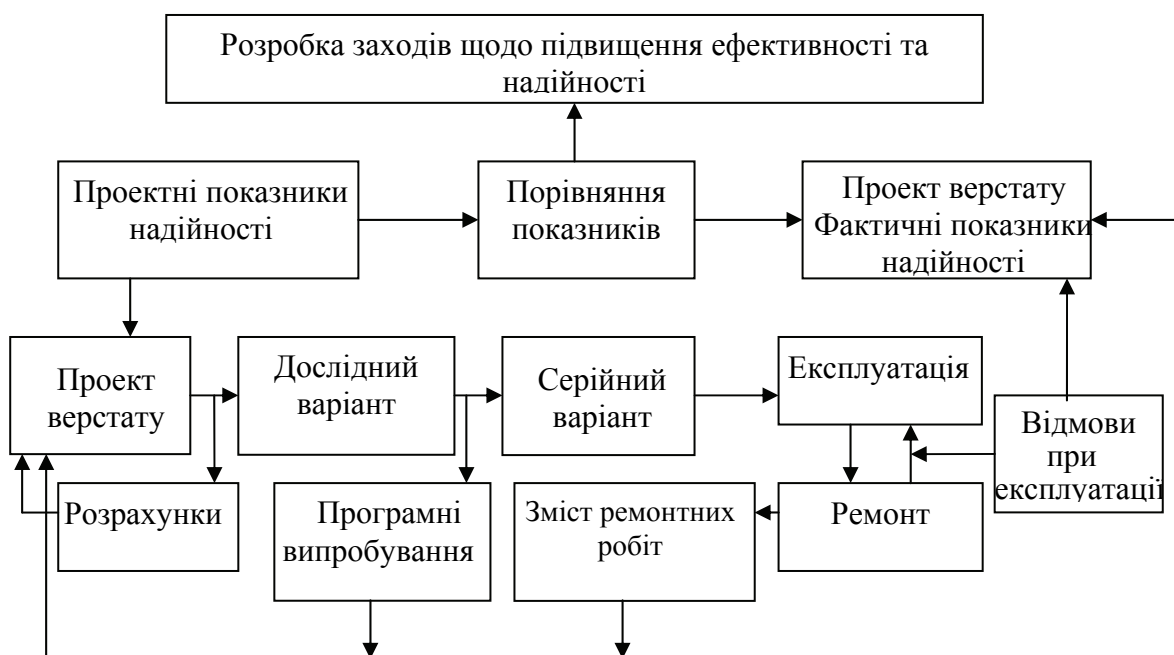


Рис. 3. Джерела інформації щодо підвищення ефективності та надійності

Висновки. Розглянувши процес моделювання технологічного процесу в ГІВС, алгоритм збору інформації та визначивши показники ефективності та надійності, можна визначити такі основні напрями щодо методів управління і підвищення надійності та ефективності: підвищення опірності верстата зовнішнім діям; ізоляція верстата від зовнішніх дій; застосування автоматики для управління станом верстата.

При цьому слід застосовувати наступні методи керування станом верстата: стабілізація або створення направлених теплових полів; управління деформаціями

корпусних деталей, зазорами у відповідальних механізмах, товщиною масляної плівки або положенням елементів; корекція руху формоутворювальних органів; управління профілактичними операціями; здійснення діагностичних процедур для вироблення рішень по регулюванню параметрів або режимів роботи.

Список літератури

1. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем/ Л.Ю.Лищинский.- М.: Машиностроение, 1990. -312с.
2. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении/ Б.Е.Челищев.-М.: Машиностроение, 1987. -264 с.
3. Надежность и эффективность в технике. Справочник.Т.1.-М.: Машиностроение,1986.-228с.
4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.- М.: Изд-во стандартов, 1990.-15с.

УДК 621.9.048.4

Д.О.Ступак, канд.техн.наук, С.В.Поздєєв, канд.техн.наук,

В.І.Осипенко, д-ртехн.наук

Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, м.Черкаси, Україна

ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОБОЮ РІДИНИ ТА БАЛАНСУ ЕНЕРГІЇ ОДИНИЧНОГО ІСКРОВОГО РОЗРЯДУ

В статье рассмотрен процесс пробоя межэлектродного промежутка при электроэрозионном вырезании. Выявлены основные факторы, влияющие на величину напряжения пробоя межэлектродного промежутка. Проведены исследования по выявлению зависимости величины пробоя и баланса энергии единичного импульса от рассмотренных факторов.

This article is devoted to the process of break-down of interelectrode distance during the electrodischarge machining (EDM) cutting. Principle factors, which influence the break-down voltage quantity of interelectrode distance, are analyzed. The researches devoted to the describing of dependence between the break-down voltage quantity and single spark energy balance of analysed factors are conducted.

При дослідженнях електричної ерозії за умов, характерних для електроерозійного дротяного вирізання (ЕЕДВ), до теперішнього часу вкрай мало уваги приділялося дослідженням, пов'язаним з процесами пробоем робочої рідини, якою є дистильована чи технічна вода. В більшості відомих досліджень [1-8], основна увага приділялася процесам, що відбуваються в рідині та на електродах вже після утворення каналу розряду. Разом з тим дослідження безпосередньо процесу пробоем та параметрів, що його визначають за умов, характерних для ЕЕДВ, вкрай важливо як з точки зору поліпшення продуктивності і точності самого методу, так і з точки зору отримання науково обґрунтованих рекомендацій, необхідних при створенні і модернізації генераторів, регуляторів міжелектродного проміжку (МЕП) та алгоритмів їх роботи.

Отже, була поставлена задача експериментально дослідити вплив факторів, що впливають на пробій міжелектродного проміжку (шорсткість поверхні електродів,